

PABRIK SUSU U.H.T. DARI SUSU SAPI

DENGAN PROSES E.T.P.I.

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

RIZKY DWI PUSPITA NINGRUM

053101 0029

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2011**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik U.H.T. Dengan Proses E.T.P.I.”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik U.H.T. Dengan Proses E.T.P.I.” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes
selaku dosen pembimbing.
4. Dosen Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN
“Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta
dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , April 2011

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik susu U.H.T. ini diharapkan dapat memproduksi dengan kapasitas 50.000 ton susu U.H.T./tahun dalam bentuk liquid. Pabrik beroperasi secara continuous selama 24 jam proses dan 330 hari kerja dalam setahun.

Kegunaan terbesar dari susu U.H.T. adalah pada bidang industri minuman, dimana susu U.H.T. berfungsi sebagai minuman sehat, karena susu U.H.T. mengandung zat makanan yang lengkap dan seimbang, seperti : karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin yang tinggi untuk pertumbuhan dan perkembangan manusia, baik untuk usia muda maupun tua (*Eniza Saleh* : 1). Secara singkat, uraian proses dari pabrik susu U.H.T. sebagai berikut :

Pertama-tama susu sapi dipasteurisasi pada pasteurizer, kemudian dipisahkan dari cream secara sentrifugasi. Susu cair kemudian dilewatkan ke deodorizer untuk menghilangkan bau, dan dihomogenkan pada homogenizer untuk kemudian disterilkan pada sterilizer dengan suhu tinggi (Ultra High Temperature). Susu U.H.T. kemudian ditampung sebagai produk susu U.H.T. dan siap untuk dikemas.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 186 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 33.028.771.000
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 16.982.906.000
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 50.011.677.000
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 95.843.088.000
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 4.341.924.000
- Steam	= 73.416 lb/hari
- Air pendingin	= 140 M ³ /hari
- Listrik	= 3.672 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 1.368 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 203.794.873.000
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 241.237.261.000
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 13,5%
* Internal Rate of Return	: 25,05%
* Rate On Investment	: 24,09%
* Pay Out Periode	: 3,7 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 26%

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 7
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 13
Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 8
Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 9
Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI - 10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI - 14
Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 14
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 17

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Susu segar merupakan bahan makanan yang bergizi tinggi karena mengandung zat-zat makanan yang lengkap dan seimbang seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Nilai gizinya yang tinggi juga menyebabkan susu merupakan medium yang sangat disukai oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga dalam waktu yang sangat singkat susu menjadi tidak layak dikonsumsi bila tidak ditangani secara benar.

UHT adalah pengolahan susu dengan cara Ultra High Temperature atau Ultra Heat Treatment. Susu UHT adalah susu steril yang banyak dijual dipasaran dengan nama susu ultra. Suhu UHT merupakan susu steril yang diberi pemanasan dengan suhu tinggi yaitu antara 110°C sampai dengan 155°C dengan waktu yang sangat singkat.

Indonesia mengalami defisit produksi sekitar satu miliar liter susu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan untuk memenuhinya diperkirakan akan membutuhkan investasi sekitar 1,4 triliun rupiah untuk pembelian 286.000 sapi. Berdasarkan hal tersebut, maka pendirian pabrik susu UHT merupakan investasi yang menjanjikan.

I.2. Manfaat

Kegunaan terbesar dari susu UHT adalah pada bidang industri minuman, dimana susu UHT berfungsi sebagai minuman sehat, karena susu UHT mengandung karbohidrat dan protein yang tinggi.

I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan susu UHT di Indonesia, semakin meningkat sejalan dengan semakin meningkatnya perkembangan tingkat kebutuhan masyarakat terhadap minuman sehat dan industri kimia yang membutuhkan bahan baku susu di Indonesia. Hal ini bisa dilihat pada tabel berikut :

Tahun	Kapasitas (ton/th)
2004	67.360
2005	80.000
2006	95.000
2007	134.980
2008	160.400
2009	190.570
Rata-rata	121.385

Sumber : Depperindag

Berdasar data diatas, maka perencanaan kapasitas produksi digunakan metode Regresi Linier (Peters : 760), dengan persamaan :

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

Dengan : $a = \bar{y}$ (rata-rata harga y : kapasitas)

\bar{x} = rata-rata harga x : (tahun)

$$b = \frac{S_{x_i y_i} - \frac{S_x S_y}{n}}{S_x^2 - \frac{(S_x)^2}{n}} \quad (n = \text{jumlah data}) \quad (x = \text{tahun})$$

Hasil perhitungan ditabelkan sebagai berikut :

Data (n)	Tahun (x)	Kebutuhan (ton/th) (y)	xy	x ²
1	2.005	80.000	160400000	4.020.025
2	2.006	95.000	190570000	4.024.036
3	2.007	134.980	270904860	4.028.049
4	2.008	160.400	322083200	4.032.064
5	2.009	190.570	382855130	4.036.081
S	10.035	660.950	1.326.813.190	20.140.255

Digunakan regresi linier, dengan persamaan : $y = a + b(x - \bar{x})$ (Peters : 760)

Didapat : $a = \bar{y} = y \text{ rata-rata} = \frac{660.950}{5} = 132.190$

$$b = \frac{Sx_i y_i - \frac{Sx Sy}{n}}{Sx^2 - \frac{(Sx)^2}{n}}$$

$$b = \frac{1.326.813.190 - \frac{(10.035 \cdot 660.950)}{5}}{20.140.255 - \frac{(10.035)^2}{5}} = 28.654$$

$$\bar{x} = x \text{ rata-rata} = (10.035/5) = 2.007$$

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

$$y = 132.190 + 28.654 (x - 2.007)$$

Berdasarkan metode regresi linier diatas, maka didapat kebutuhan Indonesia pada

tahun 2011 adalah sebesar : $y = 132.190 + 28.654 (2011 - 2.007) \gg 246.806$

$\gg 247.000 \text{ ton/th}$

Untuk kapasitas pabrik terpasang digunakan 20% kebutuhan Indonesia :

Kapasitas produksi terpasang = $20\% \times 247.000 \text{ ton/th} \gg 50.000 \text{ ton/th}$

Kapasitas produksi harian = $50.000 \text{ ton/th} / 330 \text{ hari/th}$

$\gg \pm 150 \text{ ton/hari}$

I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku :

I.4.A. Susu Sapi (Wikipedia, Perry 7^{ed}, Eckles)

Nama Lain	: Natural cow's milk
Rumus Molekul	: senyawa kompleks
Berat Molekul	: senyawa kompleks
Warna	: putih
Bau	: khas susu
Bentuk	: liquid
Specific gravity	: 1,032
Boiling point	: 100,17°C (1 atm)
Viscosity	: 1,005 cP (1 atm)
Lama penyimpanan	: kurang dari 24 jam

Komposisi Susu Sapi Indonesia (Eniza Saleh: 18)

Komponen	% Berat
Karbohidrat	3,5%
Protein	3,2%
Lemak	4,3%
Mineral	5,7%
Air	83,3%
	100,0%

Produk :**I.4.A. Susu UHT** (Wikipedia, Perry 7^{ed}, Eckles)

Nama Lain	: Susu Ultra
Rumus Molekul	: senyawa kompleks
Berat Molekul	: senyawa kompleks
Warna	: putih
Bau	: khas susu
Bentuk	: liquid
Specific gravity	: 1,032
Boiling point	: 100,17°C (1 atm)
Viscosity	: 1,005 cP (1 atm)
Lama penyimpanan	: 7 – 30 hari

Komposisi Susu UHT (Eniza Saleh: 18)

Komponen	% Berat
Karbohidrat	3,5%
Protein	3,2%
Lemak	4,3%
Mineral	5,7%
Air	83,3%
	100,0%

Pra Rencana Pabrik Susu UHT

BAB II

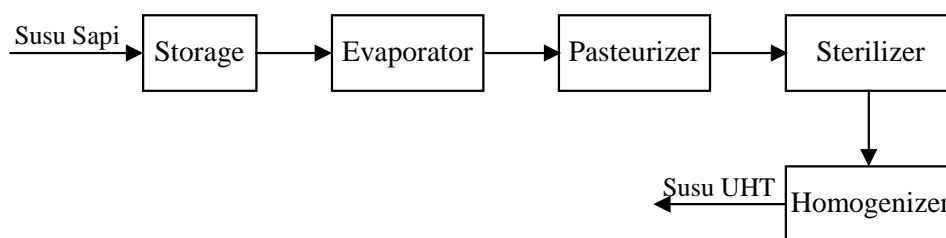
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi pengolahan susu, pembuatan susu UHT (Ultra Heat Treatment) dilakukan dengan proses dan bahan baku yang berbeda (susu sapi, susu kambing, kedelai), adapun macam pembuatan susu UHT dari susu sapi adalah :

- A. Pembuatan Susu UHT Dengan Proses One Stage
- B. Pembuatan Susu UHT Dengan Proses Two Stage
- C. Pembuatan Susu UHT Dengan Proses E.T.P.I.

II.1.A. Pembuatan Susu UHT Dengan Proses One Stage

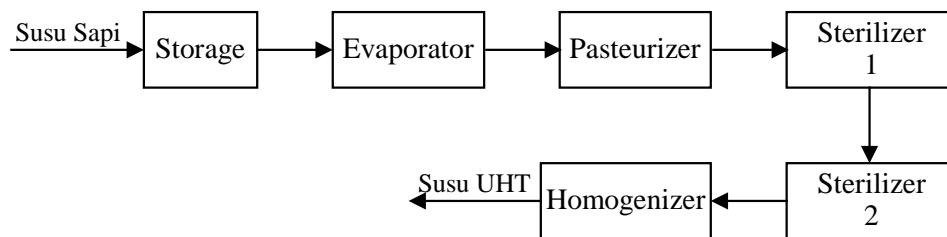


Pertama-tama susu sapi distandarisasi oleh Koperasi Susu, dimana proses standarisasi susu meliputi beberapa pengujian, meliputi : uji fisik (warna, bau, uji pemalsuan, berat jenis), uji kimia (kadar lemak, laktosa, solid), uji kualitas mikrobiologis (Enterobacteriaceae, E.Coli, Total plate count).

Susu sapi kemudian dipekatkan pada evaporator sampai dengan kadar 45%-50%. Susu sapi pekat kemudian dilakukan Pasteurisasi yang bertujuan untuk membunuh bakteri pathogen dan untuk mengurangi populasi bakteri lainnya dalam susu sapi. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 62°C selama 30 menit.

Untuk proses one stage ini, dilakukan satu kali pemanasan tinggi (Ultra Heat Treatment \approx UHT) pada sterilizer yang bertujuan untuk membunuh semua bakteri baik bakteri pathogen maupun bakteri non-pathogen. Sterilisasi dilakukan pada suhu 110°C - 120°C dengan waktu 10-40 menit. Susu steril yang sudah dipanaskan dapat disebut sebagai susu ultra atau susu UHT. Susu UHT kemudian dihomogenisasi untuk menyeragamkan globula protein, dan kemudian ditampung pada tangki produk dengan waktu penyimpanan maksimal selama 3 hari.

II.1.B. Pembuatan Susu UHT Dengan Proses Two Stage

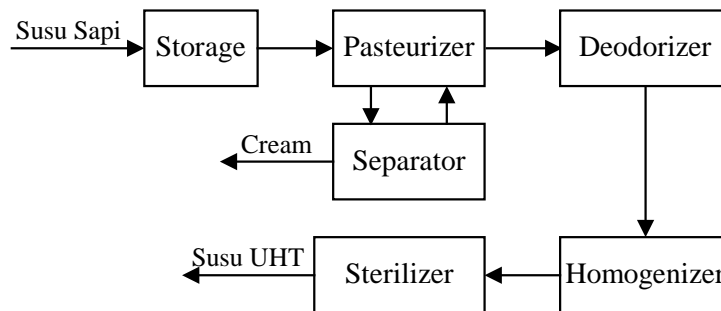


Pertama-tama susu sapi distandarisasi oleh Koperasi Susu, dimana proses standarisasi susu meliputi beberapa pengujian, meliputi : uji fisik (warna, bau, uji pemalsuan, berat jenis), uji kimia (kadar lemak, laktosa, solid), uji kualitas mikrobiologis (Enterobacteriaceae, E.Coli, Total plate count).

Susu sapi kemudian dipekatkan pada evaporator sampai dengan kadar 45%-50%. Susu sapi pekat kemudian dilakukan Pasteurisasi yang bertujuan untuk membunuh bakteri pathogen dan untuk mengurangi populasi bakteri lainnya dalam susu sapi. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 62°C selama 30 menit.

Untuk proses two stage ini, dilakukan dua kali pemanasan tinggi (Ultra Heat Treatment \approx UHT) pada sterilizer yang bertujuan untuk membunuh semua bakteri baik bakteri pathogen maupun bakteri non-pathogen. Sterilisasi pertama dilakukan pada suhu 110°C - 120°C dengan waktu 10-40 menit. Sterilisasi kedua dilakukan pada suhu 135°C - 155°C dengan waktu 2-5 detik. Susu steril yang sudah dipanaskan dapat disebut sebagai susu ultra atau susu UHT. Susu UHT kemudian dihomogenisasi untuk menyeragamkan globula protein, dan kemudian ditampung pada tangki produk dengan waktu penyimpanan maksimal selama 7 hari.

II.1.C. Pembuatan Susu UHT Dengan Proses E.T.P.I.



Pertama-tama susu sapi distandarisasi oleh Koperasi Susu, dimana proses standarisasi susu meliputi beberapa pengujian, meliputi : uji fisik (warna, bau, uji pemalsuan, berat jenis), uji kimia (kadar lemak, laktosa, solid), uji kualitas mikrobiologis (*Enterobacteriaceae*, *E.Coli*, Total plate count).

Susu sapi kemudian dilakukan Pasteurisasi yang bertujuan untuk membunuh bakteri patogen dan untuk mengurangi populasi bakteri lainnya dalam susu sapi. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 85°C selama 30 menit. Selama Pasteurisasi berlangsung, maka terbentuk cream pada bagian atas susu dan dipisahkan pada centrifugal separator untuk kemudian dikemas sebagai produk samping susu cream, sedangkan susu pasteurisasi kemudian diumpankan ke tangki deodorizer untuk menghilangkan bau pada susu. Tangki deodorizer bekerja pada tekanan vacuum $-2,5$ atm dengan suhu 55°C. Susu hasil deodorizer kemudian dihomogenisasi pada homogenizer yang bekerja pada tekanan 150 psi (10,2 atm) untuk menyeragamkan globula protein dan lemak.

Untuk proses E.T.P.I. ini, dilakukan satu kali pemanasan tinggi (Ultra Heat Treatment \approx UHT) pada sterilizer yang bertujuan untuk membunuh semua bakteri baik bakteri patogen maupun bakteri non-pathogen. Sterilisasi dilakukan

pada suhu 140°C dengan waktu 15 detik. Susu steril yang sudah dipanaskan dapat disebut sebagai susu ultra atau susu UHT. Susu UHT kemudian ditampung pada tangki produk dengan waktu penyimpanan antara 7 - 30 hari.

II.2. Seleksi proses

Berdasarkan uraian macam proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut :

Tabel II.1. Seleksi Proses

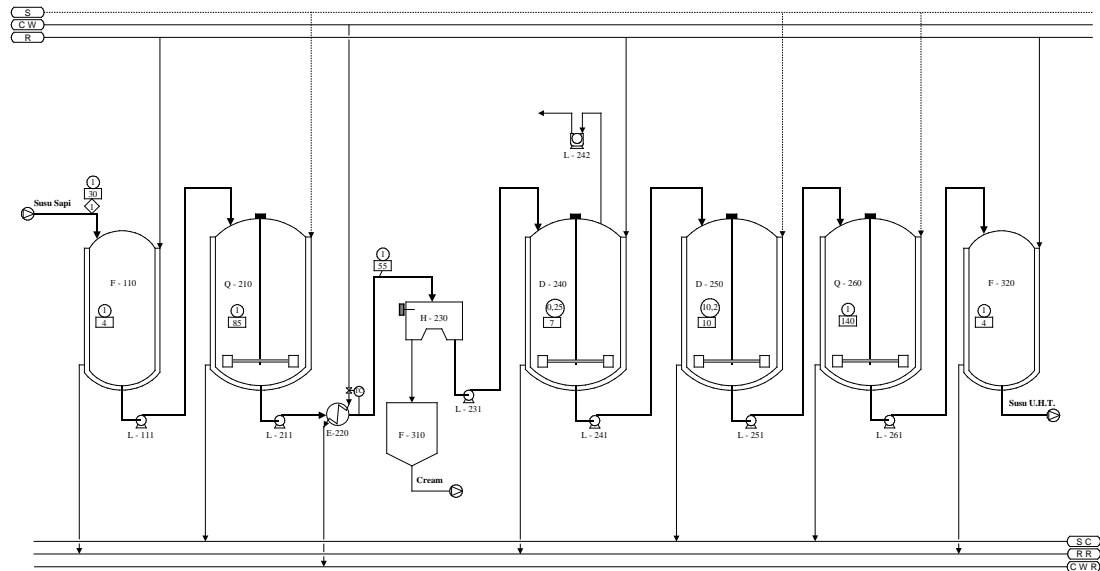
Parameter	Macam Proses		
	One-Stage	Two-Stage	E.T.P.I.
Bahan Baku Utama	Susu Sapi	Susu Sapi	Susu Sapi
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm	10,2 atm
Suhu Sterilisasi	110-120°C	135-155°C	140°C
Peralatan	Sederhana	Kompleks	Kompleks
Waktu penyimpanan	maksimal 3 hari	maksimal 7 hari	7 – 30 hari

Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan susu UHT dari susu sapi menggunakan proses ETPI, dengan beberapa pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat di dalam negeri.
- Biaya investasi sebanding dengan kualitas produk.
- Waktu penyimpanan dapat dimaksimalkan sampai 30 hari.
- Produk yang dihasilkan memenuhi pasar.

II.3. Uraian proses

Flowsheet pengembangan pabrik susu U.H.T. dari susu sapi :



Pra rencana pabrik susu U.H.T. ini, dapat dibagi menjadi 3 Unit pabrik, dengan pembagian :

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Unit Pengendalian Bahan Baku | Kode Unit : 100 |
| 2. Unit Pasteurisasi & Sterilisasi UHT | Kode Unit : 200 |
| 3. Unit Pengendalian produk | Kode Unit : 300 |

Adapun uraian proses pembuatan susu U.H.T. dengan proses E.T.P.I (Environmental Technology Program for Industry) ini adalah sebagai berikut :

Pertama-tama susu sapi dari peternak susu sapi perah (Koperasi Susu) dilakukan uji fisik dan kimia. Uji fisik meliputi : warna, bau, uji pemalsuan, berat jenis. Uji kimia meliputi : uji kadar protein, lemak, karbohidrat, padatan. Susu sapi kemudian disimpan pada tangki penyimpan F-110 dengan suhu dijaga 4°C untuk mencegah perkembangan kuman pada susu sapi. (ETPI : fig.2-1 ; Eniza Saleh : 10)

Pra Rencana Pabrik Susu UHT

Susu sapi kemudian diumpankan pada pasteurizer Q-210 untuk proses pasteurisasi. Pada pasteurizer Q-210 untuk proses pasteurisasi. Pasteurisasi dilakukan dengan suhu 85°C (ETPI : fig.2-1) selama 30 menit (Eniza Saleh : 6). Pasteurisasi yang bertujuan untuk membunuh bakteri pathogen dan untuk mengurangi populasi bakteri lainnya dalam susu. Susu kemudian dipisahkan dari cream pada centrifuge H-230. Cream yang terpisah kemudian ditampung pada silo cream, sedangkan susu cair dialirkan ke deodorizer D-240.

Susu cair Pasteurisasi kemudian divacuumkan untuk menghilangkan bau (deodorizer) yang berada pada susu pada deodorizer D-240. Deodorizer D-240 bekerja pada tekanan vacuum 0,25 atm (ETPI : 6) dengan suhu 7°C selama 15 detik (Eniza Saleh : 11). Susu kemudian dihomogenkan pada homogenizer D-250.

Pada homogenizer D-250, susu cair diseragamkan atau dihomogenkan dengan cara pemberian tekanan sampai 10,2 atm (ETPI : 6) dengan suhu 10°C selama 48 jam (Eniza Saleh : 4). Pada homogenizer, terjadi proses penyeragaman globula-globula protein , lemak, dengan susu cair sehingga merata didalam susu cair. Susu cair homogen kemudian diumpankan ke sterilizer Q-260.

Untuk proses U.H.T. (Ultra Heat Treatment) ini, dilakukan satu kali pemanasan tinggi pada sterilizer Q-260 yang bertujuan untuk membunuh semua bakteri baik bakteri pathogen maupun bakteri non-pathogen. Sterilisasi dilakukan pada suhu 140°C dengan waktu 15 detik (ETPI : 6). Susu U.H.T. kemudian ditampung pada tangki F-320 dengan waktu penyimpanan maksimal 7 hari untuk kemudian dilakukan pengemasan pada karton susu 1 lt sebagai produk akhir susu cair U.H.T..